



INEFC

Institut Nacional
d'Educació Física
de Catalunya
Lleida



Generalitat
de Catalunya



Universitat de Lleida

Asimetria de força en flexors de dits en escaladors

TUTOR

JORGE SERNA BARDAVÍO

AUTOR

POL ORTIZ MONGE

LLEIDA 9 DE JUNY 2017



Resum

L'objectiu del present treball era analitzar l'asimetria de força en mans d'escalador i estudiar la relació d'aquesta asimetria amb la dominància manual, el gènere, l'experiència esportiva, el nivell esportiu, el nivell de força relativa (FRB) i les lesions. Seixanta-tres escaladors (11 dones i 52 homes), de diferents nivells esportius es varen presentar voluntaris per participar en l'estudi. Les mesures de força en mans es van obtenir mitjançant la realització de suspensions unilaterals, fent servir la presa en semi-arqueig i en una regleta de fusta de 18mm. La força es va obtenir calculant el pes màxim que els subjectes eren capaços de suportar durant 5 segons en la regleta anteriorment anomenada. La fiabilitat intra-sessió va ser obtinguda a través de la realització de tres suspensions per mà cada subjecte. Les dades personals van ser obtingudes a través d'un qüestionari on cada subjecte aportava la informació requerida. La major part dels escaladors participants han mostrat una diferència a favor de la mà dominant (88.9%). S'ha trobat la màxima diferència percentual de força entre mans en aquells subjectes que durant l'últim any havien patit una lesió en la mà no dominant ($3.6\% \pm 2.1$). La mínima asimetria percentual, s'ha obtingut en aquells subjectes que formaven part del grup amb una Força Relativa Bilateral (FRB) més elevada ($1.1\% \pm 0.4$). A més, també s'ha trobat una relació entre el nivell esportiu i el Dèficit de Força Bilateral (BLD), essent aquest negatiu en els escaladors d'elit (-3.1 ± 1.4) i el més elevat en els escaladors de nivell baix (5.6 ± 9.8). Es creu que l'entrenament mitjançant les suspensions unilaterals utilitzades per les medicions poden ser un bon mitjà per reduir aquestes diferències i evitar lesions.

Marc teòric

L'escalada és un esport que en els darrers anys ha experimentat un creixement notable. Això comporta que cada cop més gent s'interessi per rendir en aquesta activitat i en conseqüència entrena per tal de millorar. En l'objectiu final d'ascendir per una part concreta de la roca entren molts factors determinants del rendiment final, entre els quals tècnics, tàctics, fisiològics i psicològics.

De la literatura científica en podem extreure que les qualitats a nivell fisiològic més importants són la força, la força resistència, la flexibilitat i la capacitat (Draper, Brent, Hodgson & Blackwell, 2009; Draper, Dickson, Fryer & Blackwell, 2011; Stankovic, Joksimovic & Aleksandrovic, 2011). Actualment, varis estudis, han trobat relació entre la força i força resistència en flexors de dits i el nivell esportiu de l'escalador (Bálas, MrskoC, PanáCková & Draper, 2014; López-Rivera, 2014), ja que fent una generalització, podem dir que a les vies més difícils l'esportista ha d'aguantar un percentatge de pes amb les mans més elevat a cada presa que en les més senzilles. Això es tradueix en una especialització de les fibres ràpides, que comporta la capacitat d'aguantar més pes i durant més temps amb aquest grup muscular, per tant, les persones amb més força, seran capaces de solucionar seccions en roca més complicades. El fet d'intentar agafar una presa i no coordinar correctament degut a fatiga acumulada o bé l'intent fallit de mantenir la presa en qüestió agafada, evitaran l'execució de qualsevol altre

moviment o habilitat pròpia de l'esport (López-Rivera, 2014). Tenint tot això en compte podem dir que la força i força-resistència en els flexors de dits, és el factor de rendiment físic més important. Si ve és cert que en altres publicacions es destaca la importància de poder moure el nostre propi pes amb les extremitats superiors (Grant, Hynes, Whittaker & Aitchinson, 1996) no s'ha establert una relació directa entre realitzar un major número de traccions amb un millor rendiment esportiu (Arija, 2007).

S'ha intentat relacionar també l'escalada amb altres valors fisiològics de rendiment bàsics en altres esports, com podria ser el VO2 max (Fryer, Stoner, Dickson, Draper, McCluskey & Hughes, 2015; Macleod, Sutherland, Buntin, Whitaker, Aitchinson & Watt, 2007; Philippe, Wegst, Muller, Raschner & Burtscher, 2012), concentració de lactat o la Freqüència cardíaca. En el cas del consum màxim d'oxigen s'han trobat valors entre 40 i 56 ml/kg/min (Billat, Palleja, Charlaix, Rizzardo & Janel, 1995; Lehner & Heyters, 2000) en tapis rodant específic d'escalada, aquests resultats s'allunyen dels que s'obtenen en altres proves esportives de duració semblant. En els estudis en qüestió es conclou que tot i que l'escalada requereix una participació important del metabolisme aeròbic no s'ha considerat el VO2max com a factor clau del rendiment (Billat et al., 1995; Lehner et al., 2000; Watts, Dagget, Gallagher & Wilkins, 1997). Pel que fa a la Freqüència cardíaca s'han trobat valors molt variables, depenent del tipus de prova realitzada, des de 144ppm de mitja, amb pics de 170ppm, fins a



valors pic del 96% de l'obtingut en tapis rodant (Billat et al., 1995; Janot, Steffen, Maher, Zedaker & Porcari, 2000; Sheel, Seddon, Knight, McKenzie & Warburton, 2003). Això i tenint en compte que el que fa augmentar la intensitat en escalada acostumen a ser factors locals com la força que s'aplica a nivell de flexors de dits, fan preveure que l'augment de FC, que mostraria canvis a nivell més global, no seria un indicador de la variabilitat d'intensitat durant l'escalada (Billat et al., 1995; Burnik & Jereb, 2007; Draper et al., 2006; Janot et al., 2000; Mermier, Robergs, McMinn & Heyward, 1997).

El problema principal per valorar la intensitat de l'escalada en cada moment, ve donat per la poca fiabilitat de marcadors molt útils en altres esports (com hem explicat anteriorment amb el cas per exemple de la freqüència cardíaca) i per la impossibilitat, almenys fins al moment, de calcular exactament quin percentatge de força s'està aplicant en cada contracció isomètrica realitzada per poder seguir progressant en cada moment de l'escalada (MacLeod et al., 2007). S'ha intentat implantar en algun estudi (Donath & Wolf, 2015) preses dotades de sensors per tal de poder tenir una idea de quina era aquesta força aplicada, però això no dona tampoc resultats exactes donada la variabilitat d'esforç que suposa per dues persones diferents cada via per varis factors, com poden ser tècnics, tàctics, psicològics o fisiològics.

El primer amb el que ens hem de fixar a nivell muscular és quin tipus de contracció es produeix principalment durant l'escalada esportiva en els flexors dels dits, ja que hem dit que aquest grup muscular és el principal actiu en l'esport.

Si analitzem com treballa la mà en el moment que s'escala, veurem que el

que passa és que els dits reben una càrrega externa, i mitjançant la força en els flexors profund i superficial de l'avantbraç, s'intenta mantenir la posició de la mà per no perdre la presa (Schweizer & Furrer, 2007). Això es tradueix en una contracció bàsicament isomètrica, que a vegades pot venir precedida d'una petita contracció ja sigui concèntrica o excèntrica per adaptar els dits a la posició concreta en la qual es pot aplicar millor la força (De Benito, Sedano, Redondo & Cuadrado, 2012; Jensen, Bangsbo & Hellsten, 2004)

És evident que hi ha tants tipus de posició de mà com preses poden existir, ja que com hem dit, ens adaptem a la presa per tal de poder sostenir-hi el pes. Cada presa suposa un patró d'activació diferent o reclutaments musculars variats (Schoffl, Oppelt, Jungert, Schweizer, et al., 2009; Vigoroux, Quaine, Labarre-Vila & Moutet, 2006). Tot i això, ara sabem que hi ha una similitud entre els tipus de presa, és a dir, l'angle en que es manté la isometria, quan el rang d'escurçament del múscul és semblant (Úbeda Palomares, 2004).

Segons això, podem dividir els tipus de presa en tres principals: l'extensió, en la qual la IFD (interfalàngica distal) es troba uns 50-70° flexionada i la IFP (interfalàngica proximal), està molt poc flexionada. Semi arqueig, on la interfalàngica distal es troba a 0° i la IFP es troba a 90° (agafant com a referència el dit més llarg). En arqueig, la IFD es troba en hiperextensió, i la IFD es troba aproximadament a uns 90° també. Aquest últim es considera el més lesiu, ja que alguns estudis (Schweizer, 2001) demostren que es produeix un avantatge mecànic degut a la fricció del tendó amb les politjes A2 i A4 que deriva de la hiperextensió de la IFD i que produeix que el pes que suporten

aquests dos teixits arribi a ser unes 30 vegades superior al que es produeix amb la presa en extensió.

A banda d'això, s'ha demostrat també que la implicació muscular varia segons el tipus de presa (Amca, Vigoroux, Aritan & Berton, 2012; Schweizer & Hudek, 2011). Així doncs, en preses planes i grans intervindrà més el Flexor superficial i en preses petites el Flexor Profund.

Asimetria en l'escalada

L'escalada, com s'ha explicat anteriorment, no es pot classificar com un esport cíclic. Podríem definir aquests tipus d'esports com aquells en els quals es repeteix constantment un patró de moviment i en l'escalada hi ha un infinit número de moviments i gestualitats possibles, que variaran segons factors com el tipus de roca, la dificultat, les mesures antropomètriques de la persona, etc.

En els esports cíclics es podria considerar que les càrregues aplicades a cadascuna de les extremitats, són molt semblants i per tant donaria lloc a unes asimetries relatives, tot i que alguns estudis relacionats amb ciclisme demostren que les càrregues aplicades poden arribar a ser un 17% més elevades a favor de l'extremitat dominant (Carpes, Rossato, Faria & Mota, 2007). Si en un esport clarament cíclic com és el ciclisme ja es donen asimetries a aquest nivell, ens preguntem quines poden ser aquestes asimetries en esports que no són cíclics i per tant es pot escollir de manera més deliberada amb quina extremitat realitzem l'esforç.

L'asimetria en escalada no ha estat àmpliament estudiada fins al moment. Tot i això, podem trobar certa literatura referent a l'aplicació de càrregues desiguals durant l'escalada i en com

això pot comportar lesions o afectar al rendiment. En un estudi realitzat amb 67 escaladors es va trobar en major part lesions a la polletja A2, la lesió més habitual en els dits dels escaladors, juntament amb la A4 (Schweizer, 2001), en la mà dominant (Bollen, 1990).

En aquest mateix sentit Donath & Roesner (2013) van proposar un estudi en el qual 28 escaladors, 5 dones i 23 homes, ascendien per una via equipada en rocòdrom de manera totalment simètrica. Durant l'ascensió, els escaladors eren gravats i a posteriori s'analitzava la diferència de temps de repòs entre una mà i l'altra, així com el temps de càrrega aplicat a cada mà. Pel que fa a l'aplicació de càrregues entre mà dreta i esquerra (tots els participants eren dretans) es van trobar diferències significatives. El $47 \pm 3.8\%$ del temps la càrrega s'aplicava sobre la mà no dominant, mentre que el $53 \pm 3.8\%$ a la mà dominant. Es van trobar diferències importants en el temps de descans per a cada mà. Els resultats van ser de $35 \pm 24s$ en mà esquerra i $19 \pm 9s$ mà dreta. Això vol dir que la mà no dominant disposava del doble de repòs que la dominant. Aquestes diferències, amb les conseqüents sobrecàrregues s'apunten com una de les raons per les quals es donen més lesions a la mà dominant.

S'ha apuntat que la diferència de força entre mans es troba al voltant del 10%, a favor de la mà dominant en no escaladors (Jarit, 1991; Wang, 2010) i que en escaladors hi ha una diferència menor (Grant et al., 1996). Cal tenir en compte que els dos estudis anteriorment anomenats, es van realitzar amb dinamòmetre. La poca especificitat i relació amb l'escalada d'aquest tipus de medició ja havia estat anomenada per Watts (2008). Per assimilar el màxim possible la presa de dades en escalada s'ha de realitzar un test en el qual el pes

es carregui sobre les mans, i els músculs hagin de suportar la resistència oposada.

S'han trobat diferències intra-subjecte, referents a la oxigenació dels avantbraços, segons la dominància de la mà. La mà dominant recupera un 13.6% més ràpid que la mà no dominant (Giles, España-Romero et al., 2016). Els autors apunten a la capil·larització com a principal motiu de les diferències, i troben que no hi ha afectació o canvis en els resultats segons el sexe o el nivell d'escalada a vista en els darrers 6 mesos.

Tenint en compte tot l'explicat anteriorment, el present estudi té la intenció de, mitjançant uns tests bàsics de força màxima en suspensió, veure si hi ha diferències en aquesta qualitat en cada una de les mans d'un mateix subjecte, així com relacionar els resultats obtinguts amb la dominància de la mà, les lesions, l'edat, els anys de pràctica de l'escalada, el nivell esportiu en roca i el nivell de força màxima relativa.

Metodologia

Participants

En el present estudi s'han testat 63 escaladors, 52 nois (29 anys ± 6.76) i 11 noies (28 anys ± 6.99) de manera voluntària. Els participants formen part de diferents clubs d'escalada i rocòdroms de la zona de Catalunya, (Barcelona, Reus, Lleida, Terrassa) i Huesca, així com escaladors professionals. Els escaladors en qüestió havien d'acumular com a mínim un any de pràctica.

Als participants se'ls demanava que no alteressin el ritme d'entrenaments la setmana anterior al test així com que 24h abans de la realització dels mateixos haguessin descansat. Els participants no podien patir malalties

transitòries ni cap patologia que impedís la realització d'esforços màxims.

Agrupaments

Nivell esportiu

Es van dividir els escaladors en 4 grups, segons el màxim grau de via d'escalada que havien aconseguit completar en el darrer any en modalitat redpoint. El grau s'apuntava en l'escala francesa de dificultat (4c-9b+), en escala de la Federació Internacional de Muntanya (International mountaineering and climbing federation) UIAA, IV a XXII.

Grup	Nivell esportiu	n
1	6b - 7a	19
2	7a+ - 8a	25
3	8a+ - 8c	15
4	8c+ - 9a+/b	4

Taula 1: Distribució d'escaladors per nivell esportiu

Dominància

La dominància manual no era comprovada mitjançant cap test. Es preguntava als escaladors amb quina mà escrivien, agafarien intuïtivament un objecte, o simplement amb la que tenien més habilitat.

Un 85.7% van considerar ser dretans, un 9.5% esquerrans i el 3.1% restant ambidextres.

Lesions

Es divideixen a tots els voluntaris en grups segons si en el darrer any han patit alguna lesió a la mà dominant (LMD), si han tingut alguna lesió en la mà no dominant (LMND), en ambdues mans (LDM) o bé si no han patit cap lesió (NL).

Entenem per lesió qualsevol anomalia, a nivell d'extremitat superior, que hagi impedit en algun moment concret el correcte desenvolupament de l'esport. No es tenien en compte lesions de tren inferior.

Grup	Tipus de lesió	n
0	NL	39
1	LMD	11
2	LMND	9
3	LDM	4

Taula 2: Distribució dels participants segons les lesions

Experiència esportiva

Els participants eren dividits en 4 grups segons els anys de pràctica esportiva continuada, des d'un mínim d'un any fins a un màxim de 26. S'entén per pràctica esportiva continuada, un mínim de dos dies d'escalada setmanals.

Grup	Anys d'experiència	n
1	1 a 3 anys	17
2	4 a 10 anys	28
3	11 a 20 anys	13
4	21 anys o més	5

Taula 3: Distribució de participants segons l'experiència en l'esport

Procediment

Prèviament a la realització dels tests, tots els participants realitzaven un escalfament bàsic a nivell general, consistent en mobilitzacions de dits i braços, així com la realització de travessies lliures per la paret del rocòdrom on es realitzés el test, de duració aproximada d'un minut, amb la premissa de no notar sensació de cansament ni inflor localitzat. Posteriorment els participants realitzaven un escalfament estandaritzat en la mateixa regleta on es farien els tests, consistent en 4 suspensions de càrrega ascendent amb les dues mans, i dues suspensions amb una sola mà i

amb assistència dels quilograms necessaris en la politja. L'objectiu era el d'habituar-se amb l'instrument de medicació, reproduir la tècnica de suspensió a una mà i poder corregir possibles errors posturals. A posteriori es realitzaven 5 minuts de descans.

Instruments

Test d'asimetria en força de dits (TAFD)

Per dur a terme el TAFD s'ha utilitzat un aparell portàtil pròpiament fabricat, format per una part de fusta i quatre potes de metall. La força es mesurava a través de la realització de suspensions sobre el mateix aparell, en la part de fusta (70cm x 20cm x 20cm), que disposava d'una regleta de 20mm, amb 2 mm d'arrodoniment per evitar el dolor del cantell al realitzar l'exercici, per la qual cosa suposaven 18mm reals.

Es va escollir aquesta mesura de regleta, i no una altra mesura menor, que en estudis anteriors havien demostrat relació entre temps de suspensió i rendiment esportiu entre grups de nivell mitjà i elevat (López-Rivera, 2014), per facilitar les medicions a aquella gent amb un nivell de força menor, i evitar que en el test a una mà haguessin de descarregar-se molt pes, fet que hagués resultat incòmode.

Sota de la regleta, hi ha instal·lada una politja, just al centre de la part de fusta (35cm), per en cas que sigui necessari, poder descarregar pes als subjectes mentre realitzen el TAFD. La politja de 10mm sempre era la mateixa, així com el tram de corda (Sterling rope Velocity 9,8mm) per tal d'evitar variacions en el pes descarregat entre subjectes degut al diferent fregament que produiria una variació de diàmetre de la mateixa.

Els tests estaven constituïts per tres proves que s'expliquen a continuació.

Primer, un cop havent fet l'escalfament estandaritzat, es feia un test de força màxima absoluta (FMA), que s'obtenia mesurant el màxim pes afegit que el subjecte en qüestió podia aguantar en suspensió a dues mans, en presa de semiarqueig, 5 segons, de la regleta de 18mm situada a la part de fusta de l'aparell i sumant-hi el propi pes (prèviament obtingut en el pesatge). Es va escollir la presa en semiarqueig ja que és un dels dos tipus de presa que té més correlació amb el rendiment (Balás et al., 2014). Es considerava que el subjecte fallava quan: el pes feia que el participant perdés la presa en semiarqueig i els dits passaven a agafar en extensió; quan el subjecte doblegava els colzes per tal de repartir la força aplicada als flexors de dits i perdia la postura correcta de suspensió; quan el pes feia caure al subjecte.

La força màxima a cada mà (Força màxima en mà dominant (FMMD) – Força màxima en mà no dominant (FMMND)) es testava després d'haver obtingut la FMA. Deixant 4 minuts de repòs un cop fet l'exercici anterior, es realitzava un test de suspensió a una mà, de 5 segons en semiarqueig, en la mateixa regleta, en un màxim de tres intents. En alguns casos s'havia d'afegir pes als subjectes, però la majoria dels participants s'havien d'assistir utilitzant la politja i la tècnica estandaritzada (anteriorment practicada en l'escalfament). Quan el subjecte bé perdia la presa en semiarqueig, doblegava el colze o queia, es considerava que fallava.

Durant els tests de suspensió monolateral es deixaven 3 minuts de descans entre repeticions per cada mà.

La diferència de força obtinguda entre mà dreta i esquerra dels participants a l'estudi, s'expressarà percentualment i no en quilograms, amb l'objectiu

d'igualar els resultats obtinguts entre subjectes segons la seva força.

Els participants podien utilitzar magnesi en cada presa de dades i la regleta era netejada habitualment amb un raspall per evitar interferències negatives en el tacte que pot provocar una acumulació excessiva de magnesi.

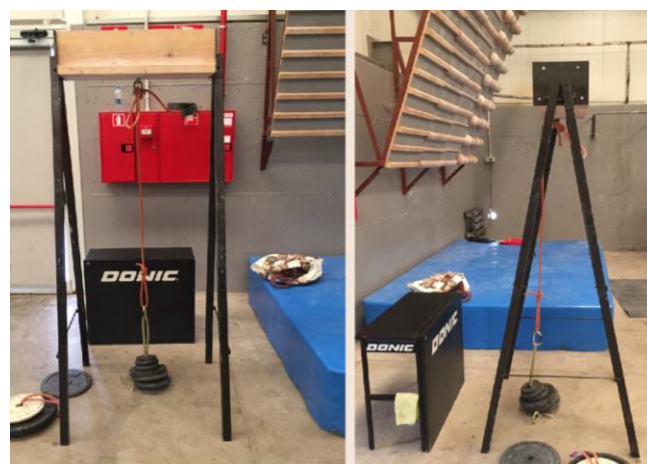


Foto 1: Instrument de medició del TAED

Qüestionari

Els voluntaris que prenen part en els tests, responien a un qüestionari anteriorment creat. Se'ls demanava el gènere, l'edat, els anys de pràctica continuada de l'escalada, grau màxim encadenat (redpoint) durant el darrer any, lesions patides i la dominància de la mà.

Bàscula Tefal

Tots els participants eren pesats amb una bàscula Tefal PP1101. Es comprovava la fiabilitat d'aquesta bàscula cada dia que es feien medicions pesant un disc de 10kg de metall.

Elite Interval Training

El programa utilitzat pel control del temps era “ Elite Interval Training”, fent servir sempre la mateixa seqüència pre-programada de temps de treball i descans.

Anàlisi de la fiabilitat

La fiabilitat dins de la mateixa sessió es va obtenir a través de la realització de tres intents per mà, amb l'objectiu que els resultats obtinguts tinguessin la menor variabilitat possible.

Cinc dels participants van realitzar els tests a posteriori , entre 10 i 12 dies després, sense haver realitzat cap entrenament específic, amb l'objectiu d'assegurar la fiabilitat intra subjecte i entre sessions.

Anàlisi de les dades

Es va utilitzar estadística descriptiva (mitjanes i desviacions estàndard) per mostrar les característiques de la població, a més es va calcular les diferències percentuals per cadascuna de les variables estudiades amb l'objectiu de poder comparar els subjectes entre ells. També s'ha realitzat anàlisis de correlacions de Pearson amb el programa SPSS17.

Resultats

Força relativa bilateral (FRB)

En varis estudis referents a escalada, pel que fa a factors físics com la força de dits, es fa una relació amb el pes de l'escalador, amb la intenció d'obtenir un resultat de força relativa (Schweizer & Furrer, 2007; Watts, 2004) ja que , tenint en compte que l'escalada és un esport on es mou tant sols el propi pes, aquest tipus de força és pot considerar el més adequat per relacionar la força amb el rendiment. En aquest sentit, i utilitzant el primer test de força màxima a dues mans, s'ha creat un índex de

nivells de força relativa, consistent en dividir la força absoluta (és a dir el pes corporal més el pes extra carregat) pel pes corporal. Segons el resultat d'aquesta relació s'han dividit en quatre grups els participants; sent el grup 1 el d'aquells que han obtingut un resultat més baix en força relativa, i 4 aquells que han obtingut el resultat més elevat.

Grup	Nivell F.max rel.	n
1	1,1 - 1,3	14
2	1,4 - 1,6	26
3	1,7 - 1,9	17
4	2 - 2,2	6

Taula 4: Distribució dels participants segons la FRB

A continuació es mostra una correlació positiva entre FRB i nivell esportiu en els subjectes.

Correlacions			
		Grau màxim	FRB
Grau màxim	Correl. Pearson	1	,653**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	63	63
FRB	Correl. Pearson	,653**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	63	63

Taula 5: Correlació FRB i nivell esportiu

Diferència de força per nivell de força relativa bilateral

Les diferències de força percentuals obtingudes entre mans d'un mateix escalador (FMMD – FMND)han estat d'un 2.6% \pm 2.2 pel grup 1, és a dir, el grup amb un nivell de força màxima relativa més baix. En el grup 2 s'han obtingut unes diferències tals com: 2.5% \pm 2.0. En el grup 3 s'ha trobat una diferència del 2.1% \pm 1.6. Per últim en el grup 4 la diferència ha estat menor: 1.1% \pm 0.4.

Diferència de força per nivell esportiu

Tal i com s'ha explicat anteriorment, s'han dividit els participants en l'estudi en 4 grups, segons el nivell assolit en escalada esportiva en l'estil redpoint, en el darrer any. No s'ha utilitzat la taula proposada per Draper, Canalejo, Dryer, Dickson, Elis, Winter, Elis & North (2011), ja que en el nostre cas semblava apropiat diferenciar escaladors de 9è grau (escala francesa de dificultat) de la resta.

En els esportistes classificats per nivells s'han obtingut els següents resultats: En el Grup 1: $2.8\% \pm 2.2$. El grup 2: 2.2 ± 2.0 . Grup 3: $1.8\% \pm 1.2$. Grup 4: $2.4\% \pm 1.3$.

Grup	Diferència mitjana de força %
1	$2,5\% \pm 2,2$
2	$2\% \pm 2$
3	$1,5\% \pm 1,2$
4	$2,6\% \pm 1,3$

Taula 6: Diferència de força entre mans segons el nivell esportiu

Diferència de força per dominància

Un 88.9% dels participants han mostrat més força a la mà dominant que a la no dominant. En aquest grup s'ha trobat una diferència de força entre mans del $2.4\% \pm 1.9$. En la resta d'escaladors, en canvi, la diferència ha estat del $1.4\% \pm 0.7$.

En els dretans, la diferència de força ha estat de $2.2\% \pm 1.9$, mentre que pels esquerrans $3.2\% \pm 1.7$.

Diferència de força per experiència

Un cop classificats els resultats de diferència de força entre mans segons els anys d'experiència i pràctica contínua de l'escalada esportiva, s'han obtingut els següents resultats.

La diferència en el TAFD per als subjectes inclosos en el grup 1, ha estat de $1.7\% \pm 1.7$. En el grup 2, les

diferències obtingudes han estat del $2.7\% \pm 2.2$. En el grup 3, els resultats trobats pel que fa a diferència han estat del $2.1\% \pm 1.2$. Per últim, en el grup 4, el resultat obtingut ha estat el següent: $2.3\% \pm 1.8$.

Diferència de força per gènere

En els resultats del TAFD entre gèneres, s'han trobat diferències sent aquestes majors en el gènere femení. En aquest cas les dones participants han mostrat una diferència de força mitjana entre ambdues mans del $3.2\% \pm 2.6$. Per contra, en homes s'ha trobat una diferència mitjana del $2.1\% \pm 1.6$.

Diferència de força segons lesions

En el grup LMD, la diferència de força entre mans ha estat d'un $1.4\% \pm 1.1$. En el grup LMND, el resultat obtingut ha estat del $3.6\% \pm 2.1$. Un resultat de $2.6\% \pm 1.0$ s'ha obtingut en els lesionats en ambdues mans. Pel que fa al grup NL la diferència trobada ha estat del $2.2\% \pm 1.9$.

Correlació dominància i lesió

S'ha estudiat la relació que hi ha entre lesions i mà hàbil. No s'ha trobat correlació entre lesió i dominància de la mà.

Correlacions			
		Lesió	Mà_Hab
Lesió	Correlació de Pearson	1	,056
	Sig. (bilateral)		,660
	N	63	63
Mà_Hab	Correlació de Pearson	,056	1
	Sig. (bilateral)	,660	
	N	63	63

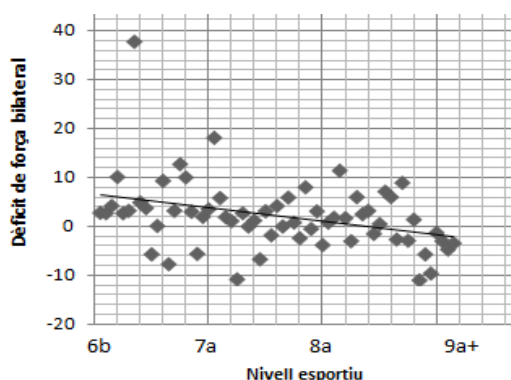
Taula 7: Correlació lesió i dominància manual

Discussió

El present estudi tenia dos objectius principals: veure si hi ha diferència de força entre mans d'un mateix escalador,

i veure si en cas afirmatiu, aquesta diferència es pot relacionar amb alguns dels factors que es tenen en compte; com són els anys d'experiència, el nivell esportiu, les lesions, la força isomètrica en flexors de dits, el gènere i la dominància de la mà. La variabilitat de les característiques dels participants fan que aquests representin un ampli rang dins de la globalitat dels escaladors.

La utilització del mètode de medició mitjançant suspensions a un braç, combinat amb les medicions bilaterals, ha donat peu a una interpretació de les dades que no era la que inicialment es plantejava. S'ha intentat relacionar la FMA amb la suma de FMMD i FMMND. El Dèficit de Força Bilateral (BLD) defineix la menor força produïda per la contracció de dos extremitats homònimes respecte a la suma de les forces produïdes per cadascuna d'aquestes extremitats de manera individual (Jakobi & Chilibeck, 2001). S'han fet alguns estudis involucrant contraccions isomètriques en els qual s'ha trobat BLD (Owings & Grabiner, 1998) i altres en que no (Jakobi & Cafarelli, 1998). En tronc superior, Jakobi & Chilibeck (2001) varen trobar un major nombre d'estudis realitzats en tronc superior i amb contracció isomètrica on hi havia BLD que el cas contrari.



Gràfic 1: Relació entre dèficit de força bilateral i nivell esportiu

En el nostre treball, s'han obtingut resultats molt variats, però s'ha trobat una relació inversa entre el BLD i el nivell esportiu.

Grup	BLD
1	5.6 ±9.8
2	1.3 ±4.6
3	-0.5 ±5.9
4	-3.1 ±1.4

Com es pot apreciar, els esportistes amb un nivell d'entre 8a+ i 8c, han mostrat un BLD mitjà de -0.5 ± 5.9 . Els escaladors amb nivell de 9a i 9a+, -3.1 ± 1.4 , la qual cosa vol dir que en aquests dos grups, la FMA (Pes màxim suportat 5'' en suspensió a dues mans) és major que la suma de FMMD i FMMND, ben al contrari que en els dos grups de menor nivell.

Podem interpretar els resultats obtinguts dient que els escaladors d'un major nivell, coordinen millor el gest complex, que en aquest cas és la suspensió bilateral. Donat que tenen una elevada coordinació, són capaços de millorar la interacció dels braços. Per aquest motiu, poden fer que la força produïda en l'exercici bilateral sigui major que el sumatori de cadascuna de les parts (FMMD i FMMND). Per altra banda, els subjectes de menor nivell o amb menys competència, es podria dir que no utilitzen correctament tota la força que produeixen, fent que la suma de les parts homònimes sigui major que l'acció bilateral. Aquest fet s'ha associat en la literatura a la falta de reclutament de fibres ràpides (Secher et al., 1978; Koh et al., 1993) o a una menor producció de força en el costat dominant durant l'acció on participen les dues extremitats a la vegada (Henry & Smith, 1961; Kuruganti & Murphy, 2008).

A l'interpretar els resultats obtinguts sobre la diferència de força entre

ambdues extremitats sembla coherent que s'evalui als escaladors unilateralment i no només de manera bilateral, tal i com s'ha realitzat tradicionalment. A més, les suspensions unilaterals, semblen ser un mètode vàlid alternatiu d'entrenament per la força en els flexors de dits, tenint en compte l'asimetria entre un braç i l'altre, a diferència de les suspensions utilitzades majoritàriament fins al moment (Balás, Pecha, Martin, Cochrane, 2012; Hermans, Andersen, & Saeterbakken, 2017; López-Rivera & González-Badillo, 2012). Aquest tipus de suspensions permetria reduir el % d'asimetria i podria contribuir a reduir el nombre de lesions relacionades amb el desequilibri entre extremitats. A falta de dades al respecte en escalada, s'ha trobat relació entre asimetria de força en flexors de genoll d'un mateix subjecte i el risc de patir lesions en altres esports (Croisier, Ganteaume, Binet, Genty & Ferret, 2008; Knapik, Bauman, Jones, Harris & Vaughan, 1991).

Un cop estudiades les lesions que els participants havien sofert, un 45.8% d'aquestes es van trobar en la mà dominant, un 37,5% en la mà no dominant i un 16% en ambdues. Cal dir que les lesions en subjectes ambidextres, s'han comptabilitzat com a lesió en mà hàbil. Un cop fet l'anàlisi estadístic i com s'ha mostrat anteriorment (taula 4), s'ha vist que no hi ha correlació significativa entre lesió i dominància de la mà. Aquestes dades no confirmen les obtingudes per Bollen (1990) on proposava que la majoria de lesions es produïen en la mà hàbil i reforça les obtingudes per Schöffl (2006), on trobava una distribució semblant. Els motius de les diferències amb l'estudi de Bollen (1990), podien ser que les lesions del nostre treball no

només inclouen les de dits, com passa en l'estudi anterior.

Tot i no ser el subjecte a analitzar en el present treball, s'ha trobat que els participants amb major FRB de dits en regleta de 18mm i presa de semiarqueig no són aquells que tenen un major rendiment en escalada esportiva a roca, al contrari del que alguns estudis apuntaven (Balás et al., 2014) i del que la lògica podria dir. Cal dir que la regleta utilitzada en l'estudi anteriorment anomenat no era de la mateixa mida que la utilitzada en els presents tests. Tant sols un dels 4 escaladors amb un nivell esportiu més elevat (fins a 9a+), es troba en el grup 4 de FRB. La mitjana de força relativa pels escaladors d'èlit (1.8 ± 0.23) ha estat la mateixa que la obtinguda en els de nivell alt (1.8 ± 0.25).

En quant al test utilitzat, si s'hagués realitzat en una regleta de menor tamany, es creu que els escaladors d'èlit haguessin pogut obtenir un millor resultat, ja que una regleta menor podria tenir major relació amb el nivell esportiu (Bourne, Halaki, Vanwanseele & Clarke., 2011). A més, es pensa que aquests participants acostumen a escalar vies amb presa més petita, que els altres grups, i per tant mostrarien una major especificitat a una regleta menor. Tenint en compte tot això, cal dir que s'ha trobat una correlació positiva entre força relativa en dits i el nivell esportiu.

La diferència mitjana de força entre mans d'un mateix escalador o escaladora ha estat d'un $2.3\% \pm 1.9$, un 88.9% a favor de la mà dominant. Així, confirmem els resultats que en el mateix sentit que apuntaven Giles et al., (2006) segons els quals els escaladors mostraven més força a la mà hàbil que la no hàbil.

En estudiar les asimetries tenint en compte el nivell de força relativa (FRB) dels subjectes, s'observa una clara relació. El grup amb menor força relativa, ha estat el que major asimetria ha mostrat ($2.6\% \pm 2.2$), mentre que el grup amb millor resultat de FRB ha estat el que menys ($1.1\% \pm 0.4$).

En quant a la relació entre les asimetries i el nivell esportiu s'aprecien diferències entre grups, havent trobat la més gran en el de grup de nivell esportiu més baix (6b-7a) amb un $2.8\% \pm 2.2$, mentre que en el grup d'escaladors d'èlit va ser (2.4 ± 1.3). En aquest cas, el menor resultat el trobem en els escaladors de nivell alt (8a+- 8c), que han mostrat un $1.8\% \pm 1.2$. Aquest fet, s'oposa amb una de les hipòtesis inicials, segons la qual, creiem que els escaladors de major nivell, serien aquells que mostrarien una major compensació de força entre mans, ja que es suposa que aquests són els més entrenats i amb un bagatge de moviments més ampli. A més, seguint els resultats de l'estudi de Donath et al., (2013) segons els quals, els escaladors experts escalaven més ràpid en una via assajada i reduïen el % de diferència de càrrega aplicada entre mans, semblava indicar una major igualtat entre extremitats.

Un dels resultats més inesperats ha estat la poca asimetria mostrada per aquells que porten entre 1 i 3 anys en la pràctica de l'escalada. Segons Wang (2010), la diferència de força entre flexors en no escaladors s'hauria d'aproximar al 10%. Seguint aquesta idea, es podria pensar que aquells que porten menys temps en el món de l'escalada no haurien compensat aquesta variació, probablement deguda a l'activitat quotidiana duta a terme amb la mà dominant (Jakobi & Chilibeck, 2001). Ben al contrari d'això, aquest grup ha estat el que un menor resultat en

diferència de forces ha mostrat ($1.7\% \pm 1.7$). En els altres grups, s'ha trobat un $2.7\% \pm 2.2$, $2.1\% \pm 1.2$ i $2.3\% \pm 1.8$, de menys a més anys d'experiència. S'ha seguit amb la idea que els escaladors menys experimentats, tenien unes diferències al voltant del 10% abans de començar a escalar, i per tant, una mà no dominant molt poc entrenada. El fet de començar a entrenar la mà no hàbil ha produït majors millores que en la mà hàbil, a la que se li pressuposa més força degut a la major utilització, i per tant una certa compensació de l'asimetria. Sembla que aquesta compensació es veu alterada en continuar la pràctica, probablement per la menor millora de la mà no dominant i l'aprofitament de la força en la mà dominant durant la pràctica de l'esport. Tot i això, en qualsevol cas, es confirma les dades obtingudes per Grant et al., (1996), segons les quals l'asimetria de força en escaladors seria menor a aquest 10% anteriorment anomenat.

A l'analitzar la variable gènere, s'han observat diferències percentuals a destacar entre grups. En dones s'ha trobat un 1.1% més d'asimetria que en homes. Aquesta diferència s'ha de considerar, i és una dada a tenir en compte ja que, sabent que les dones han mostrat una FRB més baixa que els homes (1.2 ± 0.16 dones; 1.6 ± 0.25 els homes), i que menys força, s'ha relacionat amb més asimetria, en el present treball, tenen més possibilitats de patir una major descompensació.

El fet que el 88.9% dels avaluats hagin obtingut millors resultats en la mà dominant que en la no dominant, reforça la hipòtesis inicial, segons la qual es pensava que la majoria dels participants tindrien més força en la mà hàbil que en l'altra (Grant et al., 1996). Això, a més, ens fa pensar que a banda d'haver-hi una asimetria a l'hora d'escalar en corda, o a nivell de

capil·larització (Donath et al., 2013; Giles et al., 2016), probablement també hi hagi una diferència a l'hora per exemple d'entrenar, quan al moment de treballar la força els escaladors, inconscientment, preparen les seqüències més complicades, de tal manera que la major dificultat recaigui sobre la mà forta. Aquest fet allargat en el temps acaba comportant una descompensació.

Un altre fet a tenir en compte és que un 42% dels casos d'escaladors amb més força a la mà no hàbil que a l'hàbil, havien patit alguna lesió en la mà dominant. Es creu que aquest fet, ha comportat un auto-regulament i per tant una compensació degut a una aplicació més gran de càrrega sobre la mà que en principi hauria de ser menys forta.

A més s'ha observat que els esquerrans tenien un 1% més de diferència de força entre mans respecte als dretans, i un 2.1% més que els ambidextres. S'ha de tenir en compte el baix número de participants amb dominància esquerra (n=6) i ambidextres (n=2), respecte als dretans (n=54).

Una altra de les hipòtesis que es feien abans de començar el treball, era el fet que si era cert que la majoria d'escaladors tenen més força en la mà hàbil que en la no hàbil, una lesió en la mà menys forta, podria fer augmentar l'asimetria, i a en alguns casos, acabar provocant una sobrecàrrega o una certa limitació a l'hora de resoldre seqüències complicades en roca. Els resultats obtinguts mostren que els escaladors que han patit una lesió en la mà dominant, tenen una asimetria de l'ordre de l'0,8% menor que els que no han patit cap lesió. Això seria probablement degut al fet de donar més estímuls a la mà no lesionada que a la lesionada, i per tant reduir les diferències. Els participants que havien tingut alguna

lesió en la mà no dominant, efectivament, mostren una asimetria un 1.4% major que aquells que no n'han patit cap, a favor de la mà hàbil. Aquestes dades reforcen la hipòtesis anteriorment proposada.

Conclusions

S'ha trobat una asimetria de força a favor de la mà dominant en flexors de dits. Aquesta asimetria mostra relació amb varis factors com poden ser el nivell de força relativa en aquest grup muscular, el gènere i les lesions patides. Aquells participants que havien tingut lesions en la mà no dominant ha estat en els que s'ha observat una major asimetria ($3.6\% \pm 2.1$), mentre que aquells han obtingut millor resultat en FRB estat els que han mostrat menys diferència de força entre mans (1.1 ± 0.4)

Els resultats mostren una certa relació entre nivell esportiu i el BLD, que podria ser explicat per factors neurals i coordinatius.

Es creu que les suspensions unilaterals, poden ser un bon mètode per disminuir les asimetries trobades i poder evitar o reduir certes lesions.

Limitacions

Les principals limitacions amb les que ens hem trobat en aquest treball han estat la poca participació de dones, que ha comportat poca variabilitat en els factors a tenir en compte (nivell esportiu, FRB, experiència...) dins d'aquest grup així com el fet d'haver fet els tests a poca gent amb dominància a la mà esquerra.

La poca literatura científica sobre asimetria de força en escalada ha suposat una dificultat afegida.

Futures investigacions

Podria ser interessant proposar un estudi en el qual, subjectes amb una certa asimetria, realitzessin entrenament mitjançant suspensions unilaterals amb la intenció de compensar aquesta diferència i veure quins són els resultats.

En un futur també seria interessant fer un seguiment a tots els usuaris que han realitzat els tests, durant un cert temps, i recopilar les lesions que pateixen cadascun d'ells. D'aquesta manera es sabria si aquells que tenen una major asimetria tenen més possibilitats de lesionar-se, tal i com s'ha vist en altres esports (Knapik et al., 1991).

Una altra possible línia d'investigació, seria veure com afecta a les suspensions unilaterals la variació de la regleta, i si en alguna altra mesura més petita es troba una major correlació amb el nivell esportiu.

Referències

Arija, A. (2007) Relación entre una dominada a máxima velocidad y repeticiones máximas hasta el fallo en escaladores y no escaladores. Trabajo para obtención del D.E.A. Facultad de CC de la actividad física y el deporte. Universidad Castilla-La Mancha. Director: Navarro Valdivieso, F.

Amca, A. M., Vigouroux, L., Aritan, S., & Berton, E. (2012). The effect of chalk on the finger–hold friction coefficient in rock climbing. *Sports Biomechanics*, 11(4), 473-479.

Amca, A. M., Vigouroux, L., Aritan, S., & Berton, E. (2012). Effect of hold depth and grip technique on maximal finger forces in rock climbing. *Journal of sport sciences*, 30(7), 669-677.

Badillo, J. J. G., & Ayestarán, E. G. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo* (Vol. 302). Inde.

Baláš, J., Mrskoč, J., Panáčková, M., & Draper, N. (2014). Sport-specific finger flexor strength assessment using electronic scales in sport climbers. *Sports Technology*, 7(3-4), 151-158.

Baláš, J., Pecha, O., Martin, A. J., & Cochrane, D. (2012). Hand–arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *European Journal of Sport Science*, 12(1), 16-25.

Bertuzzi, R., Franchini, E., Tricoli, V., Lima-Silva, A. E., Pires, F. D. O., Okuno, N. M., & Kiss, M. A. (2012). Fit-climbing test: A field test for indoor rock climbing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1558-1563.

Billat, V., Palleja, P., Charlaix, T., Rizzardo, P., & Janel, N. (1995). Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 35(1), 20-24.

Bollen, S. R. (1990). Injury to the A2 pulley in rock climbers. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume*, 15(2), 268-270.

Bourne, R., Halaki, M., Vanwanseele, B., & Clarke, J. (2011). Measuring lifting forces in rock climbing: Effect of hold size and finger tip structure. *Journal of applied biomechanics*, 27(1), 40-46.

Carpes, F. P., Rossato, M., Faria, I. E., & Mota, C. B. (2007). Bilateral pedaling asymmetry during a simulated 40-km cycling time-trial. *Journal of*

SportsMedicine and PhysicalFitness, 47(1), 51.

Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 36(8), 1469-1475.

De Benito, A. M. (2011). *Análisis y cuantificación de las acciones técnicas de la Escalada deportiva de alto nivel y sus implicaciones musculares* (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral para la obtención del título de Doctor, Facultad de Educación y Trabajo social, Universidad de Valladolid, Valladolid, España).

Donath, L., Roesner, K., Schöffl, V., & Gabriel, H. H. W. (2013). Work-relief ratios and imbalances of load application in sport climbing: Another link to overuse-induced injuries?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(4), 406-414.

Donath, L., & Wolf, P. (2015). Reliability of force application to instrumented climbing holds in elite climbers. *Journal of applied biomechanics*, 31(5), 377-382.

Draper, N., Canalejo, J. C., Fryer, S., Dickson, T., Winter, D., Ellis, G., ... & North, C. (2011). Reporting climbing grades and grouping categories for rock climbing. *Isokinetics and Exercise Science*, 19(4), 273-280.

Draper, N., Bird, E. L., Coleman, I., & Hodgson, C. (2006). Effects of active recovery on lactate concentration, heart rate and RPE in climbing. *Journal of sport science & medicine*, 5(1), 97.

Draper, N., Brent, S., Hodgson, C., & Blackwell, G. (2009). Flexibility

assessment and the role of flexibility as a determinant of performance in rock climbing. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(1), 67-89.

Draper, N., Dickson, T., Fryer, S., & Blackwell, G. (2011). Performance differences for intermediate rock climbers who successfully and unsuccessfully attempted an indoor sport climbing route. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(3), 450-463.

España Romero, V., Artero, E. G., Ortega Porcel, F. B., Jiménez Pavón, D., Gutiérrez, Á., Castillo Garzón, M. J., & Ruiz, J. R. (2009). Aspectos fisiológicos de la escalada deportiva.

Fryer, S. M., Stoner, L., Dickson, T. G., Draper, S. B., McCluskey, M. J., Hughes, J. D., ... & Draper, N. (2015). Oxygen recovery kinetics in the forearm flexors of multiple ability groups of rock climbers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(6), 1633-1639.

Ferguson, R. A., & Brown, M. D. (1997). Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 76(2), 174-180.

Gajewski, J., Hubner-Wozniak, E., Tomaszewski, P., & Sienkiewicz-Dianzenza, E. (2009). Changes in hand grip force and blood lactate as response to simulated climbing competition. *Biology of Sport*, 26(1), 13.

Giles, D. A., España-Romero, V., Garrido, I., de la O Puerta, A., Stone, K., & Fryer, S. (2016). Differences in

oxygenation kinetics between the dominant and non-dominant flexor digitorum profundus in rock climbers. *International journal of sportsphysiology and performance*, 1-12.

Grant, S., Hynes, V., Whittaker, A., &Aitchison, T. (1996). Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *Journal of sportssciences*, 14(4), 301-309.

Hermans, E., Andersen, V., & Saeterbakken, A. H. (2017). The effects of high resistance–few repetitions and low resistance–high repetitions resistance training on climbing performance. *European journal of sportscience*, 17(4), 378-385.

Heyman, E., De Geus, B., Mertens, I., &Meeusen, R. (2009). Effects of four recovery methods on repeated maximal rock climbing performance. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 41(6), 1303.

Jakobi, J. M., & Cafarelli, E. (1998). Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions. *Journal of Applied Physiology*, 84(1), 200-206.

Jakobi, J. M., &Chilibeck, P. D. (2001). Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. *Canadian journal of appliedphysiology*, 26(1), 12-33.

Janot, J. M., Steffen, J. P., Porcari, J. P., &Maher, M. A. (2000). Heart rate responses and perceive exertion for beginner and recreational sport climbers during indoor climbing. *Journal of ExercisePhysiology Online*, 3(1).

Jarit, P. (1991). Dominant-hand to non dominant-hand grip-strength ratios of

college baseball players. *Journal of HandTherapy*, 4(3), 123-126.

Jensen, L., Bangsbo, J., &Hellsten, Y. (2004). Effect of high intensity training on capillarization and presence of angiogenic factors in human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, 557(2), 571-582.

Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J. M., & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *The American journal of sports medicine*, 19(1), 76-81.

Koh, T. J., Grabiner, M. D., & Clough, C. A. (1993). Bilateral deficit is larger for step than for ramp isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 74(3), 1200-1205.

Köstermeyer, G., &Weineck, J. (1995). Necessity of one-finger-training for the increase of performance in climbing. Comparison of force development between one-andfour-finger maximum contraction. *DZ Sportmed*, 46, 356-362.

Kuruganti, U., & Murphy, T. (2008). Bilateral deficit expressions and myoelectric signal activity during submaximal and maximal isometric knee extensions in young, athletic males. *European journal of applied physiology*, 102(6), 721-726.

E.M.López Rivera. Efectos de diferentes métodos de entrenamiento de fuerza y resistencia de agarre en escaladores de deportivos de distintos niveles. Toledo: Universidad de Castilla la Mancha;2014

López-Rivera, E., & González-Badillo, J. J. (2012). The effects of two maximum grip strength training methods using the same effort duration and different edge depth on grip

endurance in eliteclimbers. *Sports Technology*, 5(3-4), 100-110.

MacLeod, D., Sutherland, D. L., Buntin, L., Whitaker, A., Aitchison, T., Watt, I., ... & Grant, S. (2007). Physiological determinants of climbing-specific finger endurance and sport rock climbing performance. *Journal of sportssciences*, 25(12), 1433-1443.

MacLeod D, Make or break (Scotland) 2015

Mermier, C. M., Robergs, R. A., McMinn, S. M., & Heyward, V. H. (1997). Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. *British journal of sportsmedicine*, 31(3), 224-228.

Owings, T. M., & Grabiner, M. D. (1998). Normally aging older adults demonstrate the bilateral deficit during ramp and hold contractions. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 53(6), B425-B429.

Philippe, M., Wegst, D., Müller, T., Raschner, C., & Burtscher, M. (2012). Climbing-specific finger flexor performance and forearm muscle oxygenation in elite male and female sport climbers. *European journal of applied physiology*, 112(8), 2839-2847.

Rohter, F. D., & Hyman, C. (1962). Bloodflow in arm and finger during muscle contraction and joint position changes. *Journal of Applied Physiology*, 17(5), 819-823.

Schöffl, I., Oppelt, K., Jüngert, J., Schweizer, A., Neuhuber, W., & Schöffl, V. (2009). The influence of the crimp and slope grip position on the finger pulley system. *Journal of biomechanics*, 42(13), 2183-2187.

Schöffl, V. R., & Schöffl, I. (2006). Injuries to the finger flexor pulley system in rock climbers: current concepts. *The Journal of hand surgery*, 31(4), 647-654.

Schweizer, A., & Furrer, M. (2007). Correlation of forearm strength and sport climbing performance. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(3), 211-216.

Schweizer, A., & Hudek, R. (2011). Kinetics of crimp and slope grip in rock climbing. *Journal of applied biomechanics*, 27(2), 116-121.

Schweizer, A., Schneider, A., & Goehner, K. (2007). Dynamic eccentric-concentric strength training of the finger flexors to improve rock climbing performance. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(2), 131-136.

Schweizer, A. (2001). Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *Journal of biomechanics*, 34(2), 217-223.

Secher, N. H., Rørsgaard, S., & Secher, O. (1978). Contralateral influence on recruitment of curarized muscle fibres during maximal voluntary extension of the legs. *Acta Physiologica*, 103(4), 456-462.

Stankovic, D., Joksimovic, A., & Aleksandrovic, M. (2011). Relation and influences of sportsclimbers' specific strength on the success in sports climbing. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 33(1), 121-131.

Úbeda Palomares, A. B. (2004). Valoración de la fuerza de agarre en escaladores. *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fís. Deporte*, (14).

Vigouroux, L., & Quaine, F. (2006). Fingertip force and electromyography of finger flexor muscles during a

prolonged intermittent exercise in elite climbers and sedentary individuals. *Journal of sportssciences*, 24(2), 181-186.

Vigouroux, L., Quaine, F., Labarre-Vila, A., & Moutet, F. (2006). Estimation of finger muscle tendon tensions and pulley forces during specific sport-climbing grip techniques. *Journal of biomechanics*, 39(14), 2583-2592.

Wang, C. Y. (2010). Hand dominance and grip strength of older Asian adults. *Perceptual and motor skills*, 110(3), 897-900.

Watts, P. B., Daggett, M., Gallagher, P., & Wilkins, B. (1997). Continuous Assessment Of Oxygen Uptake During And After Difficult Sport Rock Climbing 1277. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(5), 223.

Watts, P. B., Gannon, E., Kobeinia, R., Maynard, J., Sansom, J., & Jensen, R. L. (1999). EMG responses in rock climbing using six hand positions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(5), S169.

Watts, P. B., Jensen, R. L., Agha, S. M., Majchrzak, J. A., Schellinger, R. A., & Wubbels, C. S. (2008). Changes in EMG and finger force with repeated hangs from the hands in rock climbers. *International journal of exercise science*, 1(2), 62.

Watts, P. B. (2004). Physiology of difficult rock climbing. *European journal of applied physiology*, 91(4), 361-372.



Annexos

ANNEX 1. REQUISITS PER PODER REALITZAR ELS TESTS:

A continuació es detallen uns punts bàsics i unes característiques concretes que els participants en les proves han de complir per poder prendre-hi part.

- El subjecte no pot patir cap malaltia d' índole metabòlica que contraindiqui la realització de proves d'esforç màxim.
- El subjecte no ha d'estar sota l'efecte de medicaments o malalties transitòries que contraindiquin la realització d'esforços.
- És de vital importància no haver patit cap lesió greu a nivell articular o muscular en les extremitats superiors com a mínim els darreres 6 mesos.
- La persona en qüestió no ha d'haver entrenat ni realitzat esforços relacionats amb el tronc superior o la pràctica de l'escalada el dia abans de la prova.
- No s'ha d'augmentar la pràctica de l'esport en qüestió les últimes setmanes amb l'objectiu de millorar els resultats que s'obtindran a les proves, ja que podria ser contraproductiu; és a dir, s'ha de seguir la rutina.
- La realització dels tests és voluntària, però es demana, en cas d'acceptar, una predisposició màxima per tal que els resultats siguin el màxim de fidedignes.

ANNEX 2. PROTOCOL DE REALITZACIÓ DELS TESTS

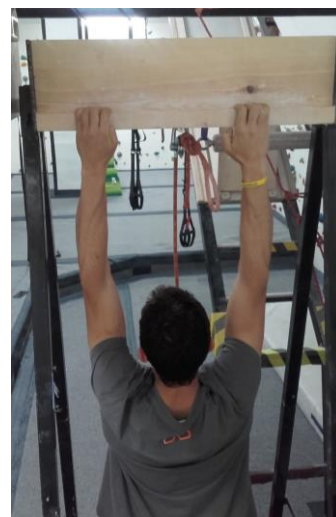
L'escalfament és bàsic per tal d'aconseguir una temperatura muscular i una elasticitat per als teixits adequada amb l'objectiu de poder manifestar la màxima força en l'exercici a realitzar. Així doncs, proposem el següent escalfament estandaritzat:

- 10 mobilitzacions a nivell general: coll, espatlles, tronc, braços...
- Entre 30 i 50 repeticions de flexions-extensions de dits i canells.
- Realitzar en un plafó a 90º dues travessies lliures, d'un minut de duració, utilitzant presa molt positiva i sense arribar en cap cas a la més mínima sensació d'inflor d'avantbraç. Descansar 1' entre travessies.
- Fer 3 blocs de 4-5 moviments d'una dificultat molt baixa. Descansar 2' entre intents als blocs.
- Suspensió bilateral 8'' amb el 70% del RIM conegut o estimat

PROVA 1: RIM 5'', bilateral, en un canto de 20mm en semiarqueig.

Aquesta prova es realitzarà aplicant pes addicional al subjecte, o en cas que sigui necessari reduint-lo mitjançant la politja, per veure quin és el pes màxim capaç d'aguantar en contracció isomètrica en la posició indicada durant 5''.

Un cop feta, descansar 5' i preparar-se per la següent prova.



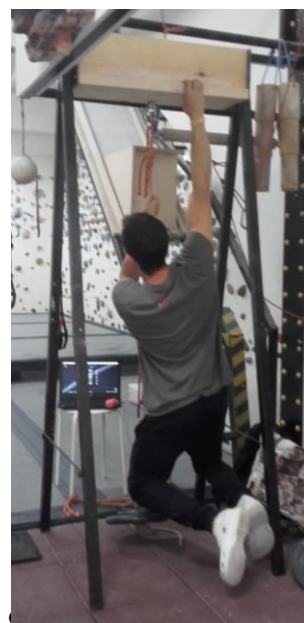
PROVA 2: RIM en mateixa regleta però de mà DOMINANT.

Es seguirà el mateix procediment que en el cas anterior, però només amb una sola mà.

Descans de 3'.

PROVA 3: RIM en regleta de 20mm mà NO DOMINANT.

Es seguirà el mateix procediment que en el cas anterior, però només amb una sola mà.



ANNEX 3. Qüestionari

Subjecte nº	Data:	
Gènere: Dona Home	Edat:	Anys de pràctica:
Grau màxim ensajat:	Mà hàbil:	Pes:
Heu tingut lesions a alguna de les dues extremitats superiors , ja siguin dits, colze, espatlla... en l'últim any? Sí No En cas afirmatiu, en quina extremitat? Dreta Esquerra Ambdues		

ANNEX 4. Cartell de promoció del treball per als rocòdroms



ETS ESCALADOR?
Vols participar
en un estudi?

**Si vols saber més sobre les teves
qualitats i ajudar a saber més sobre
l'escalada...**

Vine el 27 d'Abril a



ANNEX 5. Cartell amb les condicions a complir

Quines condicions s'han de complir?

- No patir malalties que contraindiquin proves d'esforç màxim
- No patir cap lesió o haver patit una lesió greu els darrers 6 mesos
- Haver descansat el dia abans de la realització del test
- No alterar la rutina d'entrenament les setmanes anteriors a la prova
- Apunta't a recepció i a donar-ho tot en la prova!